

Peter Meyer/Carolyn Müller-Spitzer

Überlegungen zur Visualisierung von Wortbildung in elektronischen Wörterbüchern

Für Wortbildungsangaben bietet sich eine mit visuell-grafischen Methoden arbeitende Darstellung im elektronischen Wörterbuch aus mehreren Gründen besonders an. So scheint angesichts der oft großen Zahl von Wortbildungsprodukten eines Lemmas eine übersichtlich strukturierte, nach Benutzerwünschen filter- und sortierbare Präsentation dieser Produkte, die die Beschränkungen einer einfachen textuellen oder tabellarischen Beschreibung überwindet, wünschenswert. Bei Wortbildungsanalysen wiederum ist eine Veranschaulichung der rekursiven Analyseschritte beispielsweise durch einen Baumgraphen durchaus auch für den Laiennutzer instruktiv. Insgesamt liegt bei lexikographischen Angaben zur Wortbildung eine explorative Darstellung abseits der Suche nach konkreten Einzelinformationen nahe. Eine solche Nutzung kann möglicherweise besonders gut durch Visualisierungsverfahren unterstützt werden.

In diesem Beitrag präsentieren und diskutieren wir zunächst einige Untersuchungen aus der Benutzungsforschung zu elektronischen Wörterbüchern, die sich mit der nutzerseitigen Beurteilung des Mehrwerts multimedialer und benutzeradaptiver Elemente befassen (Kap. 1). In einem zweiten Teil versuchen wir, ausgehend von den Stärken und Schwächen vorhandener Ansätze in diesem Bereich, Antworten auf die Frage zu finden, welche Anforderungen an Visualisierungstechniken und -strategien in elektronischen Wörterbüchern gestellt werden müssen, um einen solchen Mehrwert zu erhalten (Kap. 2). Abschließend stellen wir als praktisches Beispiel für eine mögliche Umsetzung solcher Anforderungen den Prototyp einer Software zur interaktiven Erkundung von Wortbildungsangaben im Wörterbuch vor (Kap. 3).

1. Einsatz von Multimedia: Ergebnisse aus der Benutzungsforschung

Im Vergleich zu gedruckten Wörterbüchern sind elektronische Wörterbücher ein sehr junges Phänomen. Von Anfang an wurden in der digitalen Lexikographie jedoch die vielversprechenden Möglichkeiten diskutiert, die das mittlerweile nicht mehr so neue Medium für Nachschlagewerke bereithält. Neue Aspekte waren beispielsweise die Abkehr vom Alphabet als meistgewählter Ordnungsstruktur, die selektive, benutzeradaptive Darstellung lexikographi-

scher Inhalte und auch die Einbindung unterschiedlicher Medien wie Ausspracheangaben als Tondateien oder die Integration von (bewegten) Bildern bzw. grafischen Darstellungen (vgl. de Schryver 2003). Nach wie vor gibt es jedoch nur wenige elektronische Wörterbücher, die diese Möglichkeiten konsequent nutzen. Fraglich ist dabei, ob dies daran liegt, dass der tatsächliche Nutzen z.B. von multimedialen Darstellungen überschätzt wird und diese in Wahrheit nur „nette Add-ons“ sind –, oder ob es andere Gründe gibt, warum so wenige digitale Wörterbücher multimediale Elemente (abgesehen von Audio-Angaben) oder benutzeradaptive Darstellungen einsetzen.

Diese Frage ist ein Thema neben vielen anderen für die Benutzungsforschung zu elektronischen Wörterbüchern, denn es ist nicht a priori klar, wie Benutzer die Nützlichkeit solcher Elemente einschätzen. In einem interdisziplinären Forschungsprojekt sind wir deshalb dieser Frage nachgegangen (vgl. ausführlicher Koplenig 2011 sowie Müller-Spitzer/Koplenig/Töpel 2011, i.Dr.; Informationen online unter www.benutzungsforschung.de). Zur Klärung genereller Fragen in Bezug auf die Benutzung von Online-Wörterbüchern wurden im Jahr 2010 zwei internationale Online-Studien durchgeführt.¹ An der ersten Studie nahmen 684 Personen teil, während die Fallzahl in der zweiten Studie bei 390 Teilnehmenden lag. Um zunächst zu sehen, welche Kriterien für ein gutes Online-Wörterbuch von Benutzern als besonders wichtig eingeschätzt werden, wurden die Teilnehmer in der ersten Studie gebeten, zehn Aspekte eines guten Online-Wörterbuchs hinsichtlich ihrer Wichtigkeit zunächst in einer 5-Punkte-Likert-Skala (1 = sehr wichtig, 5 = unwichtig) zu bewerten und anschließend in einem Ranking in eine individuelle Reihenfolge zu bringen (vgl. Abb. 1). Unsere Hypothese war dabei, dass die meisten Probanden voraussichtlich alle Aspekte als sehr wichtig bis wichtig einstufen würden und dass sich die echte Rangfolge erst im Ranking zeigen wird, in dem alle Kriterien auf die Plätze 1-10 verteilt werden und so eine deutliche Abstufung erfolgen musste.

Die Kriterien, die die Teilnehmer bewerten mussten, waren im Einzelnen:

- Adaptivität: Man kann die Benutzeroberfläche an eigene Ansprüche anpassen.
- Animation zum Stöbern: Es werden Links und Querverweise zu anderen Suchergebnissen präsentiert, die den Nutzer unter Umständen interessieren könnten.

¹ Zu weiteren Ergebnisse aus diesen Studien vgl. den Beitrag „Die Wortbildungsangaben im Onlinewörterbuch und wie Nutzer sie beurteilen – eine Umfrage zu *lexiko*“ von Antje Töpel in diesem Band.

- Erreichbarkeit: Man kann sich darauf verlassen, die einzelnen Artikel auch in Zukunft unter der bisherigen Internetadresse erreichen zu können.
- Inhaltliche Verlässlichkeit: Man kann sich auf die Richtigkeit und Urheberschaft der Angaben verlassen.
- Multimedialität: Grafiken, Audiodateien oder andere Medien sind in das Online-Wörterbuch eingebunden.
- Regelmäßige Aktualisierung: Etwaige Fehler werden regelmäßig verbessert, neue Wortartikel und sprachliche Entwicklungen werden regelmäßig online publiziert.
- Schnelligkeit: Keine/kaum Wartezeit vergeht während des Seitenaufbaus.
- Übersichtlichkeit: Menüführung und Struktur der Seite ermöglichen ein schnelles Auffinden der gesuchten Informationen.
- Vernetztheit mit anderen Wörterbüchern: Die Artikel präsentieren auch Links zu anderen Wörterbüchern.
- Vernetztheit mit Korpus: Die Artikel sind mit der zugrunde liegenden Textsammlung (Korpus) vernetzt.

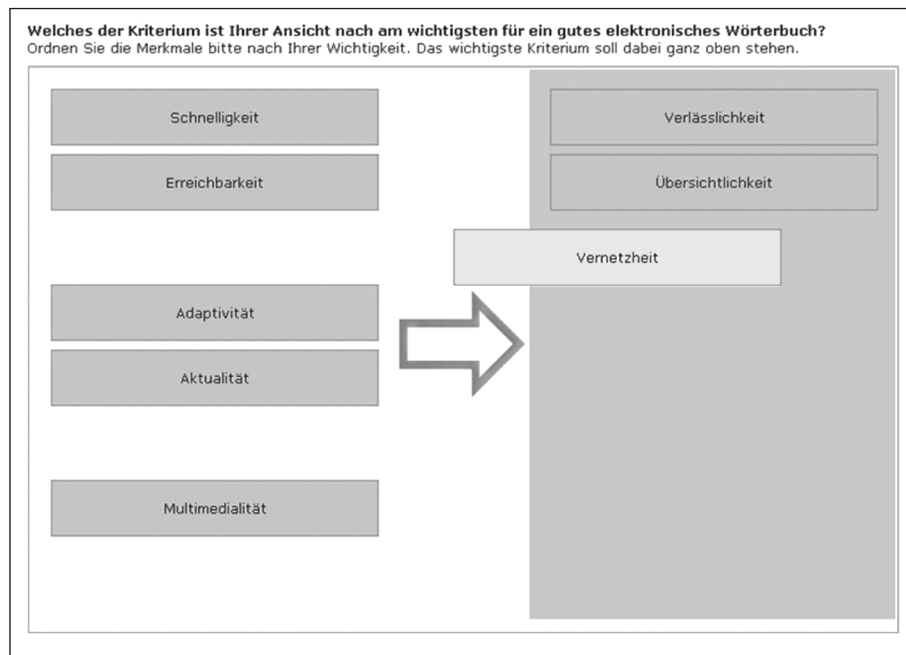


Abb. 1: Ranking aus der ersten Online-Studie

Entgegen unserer Hypothese zeigten allerdings sowohl die Bewertung in der Skala als auch das Ranking ein ähnliches Ergebnis: Die klassischen Kriterien von Nachschlagewerken – inhaltliche Verlässlichkeit, Übersichtlichkeit – wurden sowohl auf der Skala als auch im Ranking als sehr wichtig eingestuft, wohingegen der Einsatz sowohl von Multimedia als auch von benutzeradaptiven Darstellungen als unwichtig bewertet wurde (vgl. Abb. 2). Dies ist wiederum als ein Zeichen dafür zu werten, dass die Teilnehmer eine klare Vorstellung davon haben, was für sie ein gutes Online-Wörterbuch ausmacht.

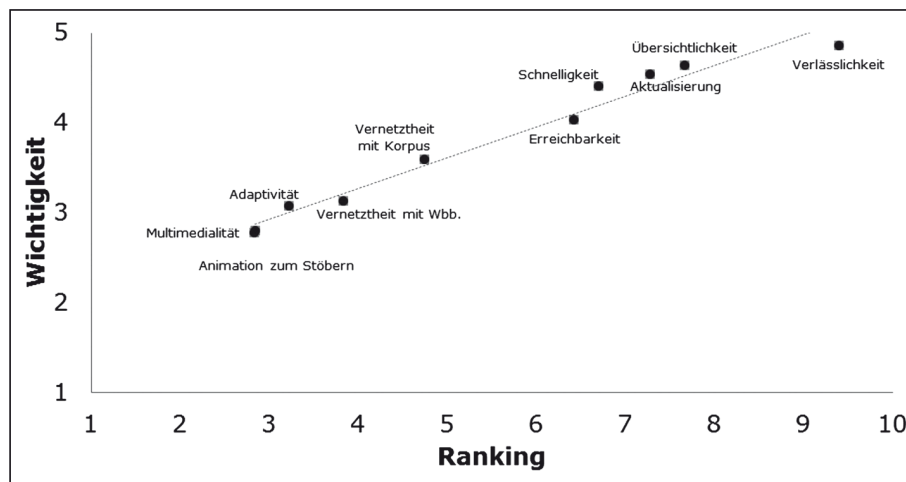


Abb. 2: Ergebnis des Ratings und des Rankings (Durchschnitt) aus der ersten Online-Studie

Mit diesem Ergebnis ist allerdings noch nicht die Frage beantwortet, warum die Teilnehmer diese klare Rangfolge wählten. Liegt es daran, dass diese Eigenschaften für die Benutzer wirklich nicht wichtig sind, oder kennen sie einfach zu wenige Beispiele für gute multimediale Elemente oder mögliche benutzeradaptive Präsentationen? Sollte Letzteres die Antwort sein, müssten wiederum Probanden, die gute, sinnvolle Elemente präsentiert bekommen, diese anschließend besser bewerten als solche, denen keine gezeigt werden; es müsste sich sozusagen ein Lerneffekt zeigen.

Um dies zu testen, haben wir in der zweiten Online-Studie ein Experiment integriert. Den Teilnehmern der zweiten Studie wurden mögliche multimediale und benutzeradaptive Elemente in einem Frageblock (S1) präsentiert. Alle Aspekte wurden dabei sprachlich erläutert sowie durch Abbildungen illustriert (vgl. Tab. 1). Anschließend wurden die Probanden gebeten, die Features zu bewerten (nach den Aspekten ‘wichtig’, ‘nützlich’ und ‘hilfreich’).

Bereich	Feature	Erläuterung
Multi-media	Ausspracheangaben	Im Unterschied zu einem gedruckten Wörterbuch kann ein Online-Wörterbuch Audiodateien enthalten, welche die Aussprache des jeweiligen Wortes, der Wortgruppe oder des Satzes an einem Beispiel belegen.
	Kollokationen als Graphen	In einem Online-Wörterbuch kann man Kollokationen, d.h. allgemein gesagt häufig auftretende Wortverbindungen, als Graphen darstellen. Das folgende Bild gibt ein Beispiel für einen solchen Kollokationsgraphen.
	Illustrationen	In ein Online-Wörterbuch kann man Illustrationen einbinden.
Benutzeradaptivität	Anpassung entsprechend früherem Verhalten	<p>Je nachdem, welche Angabebereiche eines Online-Wörterbuchs der Benutzer bei vergangenen Suchanfragen besonders häufig verwendet hat, passt sich die Benutzeroberfläche automatisch an die Bedürfnisse des Benutzers an. So wird der Zugang zu individuell relevanten Informationen erleichtert.</p> <p>Dabei 'merkt' sich das Online-Wörterbuch, über welche Angabebereiche sich der jeweilige Benutzer häufig informiert: Wenn der Benutzer zum Beispiel ein Online-Wörterbuch häufig konsultiert, um nach Synonymen zu suchen, dann erscheint auf der Startseite ein Suchfenster speziell für diese Art von Suchvorgang.</p> <p>Ein bekanntes kommerzielles Beispiel ist die Homepage des Versandhandels <i>Amazon</i>, deren Präsentation sich an den jeweiligen Besucher und dessen bisherige Kaufpräferenzen anpasst.</p>
	Wahl eines Profils	Hierunter versteht man die Möglichkeit, auf der Startseite eines Online-Wörterbuchs ein spezielles Profil auszuwählen, welches die Inhalte optimal an die Bedürfnisse des Benutzers anpasst. Hierzu wählt der Benutzer unterschiedliche Benutzertypen bzw. Benutzungssituationen aus, bestimmte Voreinstellungen strukturieren dann die Präsentation der Inhalte.
	dynamische Ansichten	Hierunter versteht man die Möglichkeit, sich eine individualisierte Benutzeroberfläche für das Online-Wörterbuch zusammenzustellen. Dabei hat der Benutzer die Wahl zwischen verschiedenen Angabebereichen – etwa der Paraphrase, Sinnrelationen, grammatischen Informationen oder auch Belegen.

Tab. 1: Sprachliche Erläuterungen zu Aspekten von Benutzeradaptivität und Multimedia aus der zweiten Online-Studie

In einem zweiten Frageblock (S2) wurden die Teilnehmer gebeten, auf einer 7-Punkte-Likert-Skala (1 = stimme überhaupt nicht zu, 7 = stimme voll und ganz zu) einzustufen, inwiefern sie den folgenden zwei Statements zustimmen:

- Die multimediale und benutzeradaptive Gestaltung eines Online-Wörterbuchs ist eine Arbeitserleichterung.
- Die multimediale und benutzeradaptive Gestaltung eines Online-Wörterbuchs ist eine technische Spielerei.

Um einen möglichen Lerneffekt zeigen zu können, wurde die Reihenfolge der beiden Frageblöcke randomisiert: Teilnehmern in der Lerneffekt-Bedingung wurden zunächst die Beispiele in S1 gezeigt, anschließend sollten sie ihre Bewertungen in S2 abgeben. Teilnehmer in der Nicht-Lerneffekt-Bedingung mussten S2 beantworten und erhielten erst anschließend die Erläuterungen und Abbildungen zur Illustration.

Im Ergebnis² zeigte sich, dass sich die Hypothese bestätigte: Eine Varianzanalyse ($F(1,379) = 12,27, p < 0,001$) belegt einen hochsignifikanten Lerneffekt: Versuchspersonen, denen zuerst potenzielle adaptive und multimediale Merkmale präsentiert werden, stufen deren Nützlichkeit höher ein ($M = 5,02$; $SD = 1,30$) als Personen, denen solche Information *vorenthalten* wird ($M = 4,50$; $SD = 1,54$) (vgl. Abb. 3). Ein hoher F-Wert deutet generell darauf hin, dass zwischen den Gruppen ein Unterschied besteht. Bei dem p-Wert handelt es sich um die Irrtumswahrscheinlichkeit in Form des sogenannten „empirischen Signifikanzniveaus“. Je kleiner die Irrtumswahrscheinlichkeit, umso eher kann man von einem statistisch bedeutsamen Ergebnis ausgehen. Dabei sagt der oben ausgewiesene Wert aus, dass die Wahrscheinlichkeit, dass es sich bei dieser unterschiedlichen Bewertung um einen Zufall handelt, kleiner als 1 % ist (vgl. Jann 2002, S. 141ff.).

Unsere Benutzungsstudien deuten damit darauf hin, dass es sinnvoll ist, neue Möglichkeiten multimedialer Darstellungen oder benutzeradaptiver Elemente auszuloten, da Benutzer deren Relevanz durchaus zu schätzen scheinen. Die Diskussion um gute Visualisierungsmöglichkeiten ist daher auch aus Nutzersicht für die praktische Lexikographie von besonderem Interesse.

² Siehe ausführlicher zur Methode und zu den Resultaten Koplenig (2011).

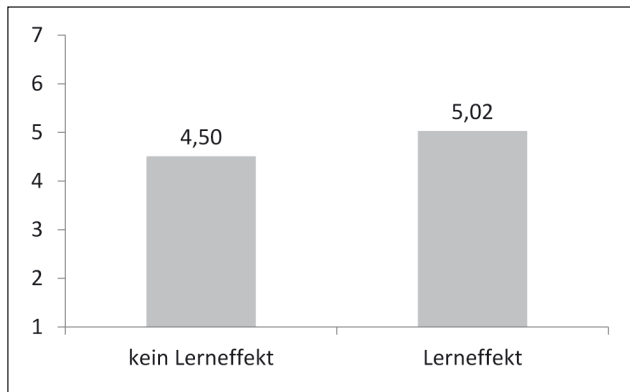


Abb. 3: Abhängigkeit der Bewertung multimedialer Elemente von vorheriger Präsentation dieser Elemente

2. Allgemeine Überlegungen zur Visualisierung von Wortbildung

Bei einer visuellen Aufbereitung von Informationen zur Wortbildung in einem konkreten elektronischen Wörterbuch müssen unter anderem folgende inhaltlich eng miteinander verwobene Punkte geklärt werden:

- 1) Was genau soll für den Benutzer in einer konkreten Benutzungssituation des Wörterbuchs der Ausgangspunkt für eine Visualisierung sein? Sie kann beispielsweise im Zusammenhang mit einem direkt aufgerufenen oder durch einen Suchvorgang gefundenen Wörterbucheintrag gestartet werden; in diesem Fall wäre also ein Lemma, gegebenenfalls auch eine konkrete Lesart des betreffenden Wortes, der Ausgangspunkt. Denkbar ist aber ebenso, dass die vom Benutzer geforderte Spezifikation eines bestimmten Wortbildungstyps als Ausgangspunkt oder erster Schritt der Visualisierung fungiert.
- 2) Welche Interaktionsabfolgen sind innerhalb der Visualisierungskomponente vorgesehen und welche Informationen bzw. welche Typen von Informationen sollen in jedem Schritt einer solchen Abfolge angezeigt werden?
- 3) Welche gestalterischen Mittel sollen in den einzelnen Interaktionsschritten eingesetzt werden? Hier geht es natürlich zum einen um die grafische Gestaltung (Farben, Typographie, räumliche Anordnung, Verwendung von Symbolen, Formen und Bildern), zum anderen aber auch um die Veränderung dieser Gestaltung in der Zeit, wenn „Animationen“ verwendet werden sollen.

- 4) Welcher Zweck soll mit der Wahl bestimmter Visualisierungsstrategien verfolgt werden? Welchen Mehrwert bietet die Wahl gegenüber alternativen Visualisierungen bzw. gegenüber einer rein textuellen Gestaltung?

Im Folgenden wird der Schwerpunkt zunächst auf den beiden zuletzt genannten Fragen nach der Wahl konkreter Visualisierungsmittel und deren Nutzen liegen. Dabei werden wir uns insgesamt eher auf der Ebene konkreter Programmfunktionen bewegen; zu allgemeinen kognitiven und wahrnehmungspsychologischen Fragen bei der Wahl von grafischen Darstellungsmitteln sei etwa auf Ware (2009) verwiesen. Zur grundsätzlichen Bedeutung visueller Strategien beispielsweise für Lernzwecke existieren ausgearbeitete theoretische Ansätze, von denen die auch experimentell gut bestätigte Dual-Coding-These (vgl. Paivio 1986) vielleicht die bekannteste ist.

Es zeigt sich recht schnell, dass jegliche Antwort auf die oben gestellten Fragen Implikationen auch für die sinnvolle Gestaltung einer allgemeinen Visualisierungsstrategie (siehe oben Punkte 1 und 2) hat, da es von Letzterer abhängt, welche Gestaltungsmittel überhaupt in den vorgesehenen Interaktionssituationen jeweils zur Verfügung stehen. Dabei wird es uns insgesamt nicht darum gehen, absolute Kriterien für die Bewertung der Nützlichkeit oder Tauglichkeit von Visualisierungsmitteln und -strategien aufzustellen, da eine solche Bewertung nur im Kontext der Betrachtung eines konkreten Wörterbuchs und einer konkreten Benutzungssituation mit bestimmten Informationsbedürfnissen des Nutzers möglich ist. Wir beschränken uns darauf, mögliche Kriterien für die Bewertung von Visualisierungen zu nennen; für verschiedene Benutzungssituationen und Visualisierungsziele werden jeweils nur bestimmte dieser Kriterien relevant sein.

2.1 Probleme mit vorhandenen Visualisierungslösungen

Visualisierungen werden bereits vielerorts in vorhandenen lexikographischen Online-Anwendungen verwendet. Eine kritische Betrachtung dieser Technologien soll hier als Ausgangspunkt für die Entwicklung unseres Kriterienkataloges dienen. Vergleichbare Beobachtungen finden sich in kürzerer Form z.B. auch bei Robichaud (2011).

Der kostenfrei verfügbare grammatisch-lexikographische Online-Sprachservice *Canoo.net* (<http://www.canoo.net/>) verfügt über eine sehr umfangreiche Informationskomponente zur deutschen Wortbildung. Ausgehend von einem im Prinzip beliebigen Lexem werden durch Klicken auf einen „Wortbildung“-

Link sowohl eine rekursive Wortbildungsanalyse als auch eine Aufzählung von Wortbildungsprodukten als gerichteter azyklischer Graph dargestellt; in Abbildung 4 am Beispiel des Lemmas *zügeln*:

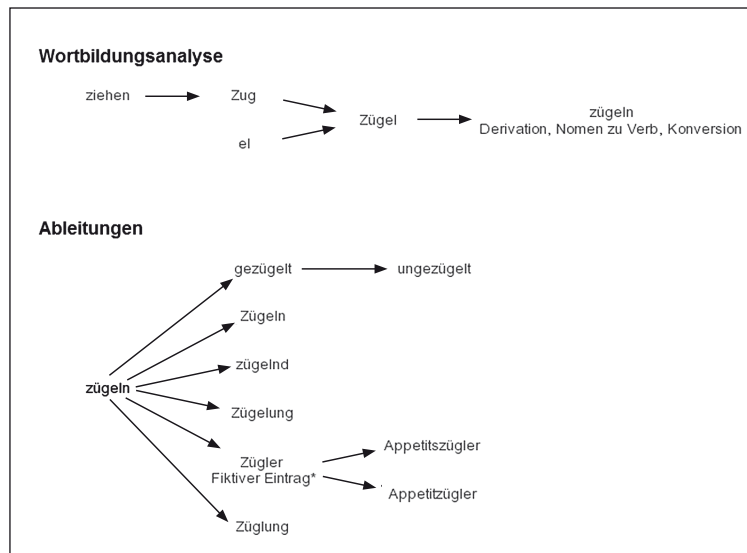


Abb. 4: Wortbildungsanalysen und -produkte in Canoo.net

Jeder Knoten im Graph ist ein Hyperlink, der auf eine neue Seite führt, auf der die entsprechenden Wortbildungsinformationen für das angeklickte Lemma präsentiert werden. Die Visualisierung besteht also aus miteinander verlinkten statischen Einzeldarstellungen; jeder Graph ist eine Bilddatei mit anklickbaren, verlinkten Bereichen. Der Mehrwert der Visualisierung durch einen Graphen besteht in erster Linie darin, dass mehrere Derivations- bzw. Ableitungsschritte in einer Darstellung zusammengefasst werden. So wird in der Analyse letztlich gezeigt, wie das Wort rekursiv in seine morphologischen Konstituenten zerlegt werden kann; die Bezeichnungen der Wortbildungsverfahren sind dabei mit Begriffserklärungen verlinkt.

Nachteilig ist, dass bei Wörtern mit zahlreichen Wortbildungsprodukten sehr schnell die Übersicht verloren geht und der Benutzer gezwungen ist, mit der Suchfunktion des Browsers nach der gewünschten Information zu fahnden oder sich durch womöglich langwieriges Scrollen einen Überblick zu verschaffen, wie etwa hier bei den Wortbildungsprodukten von *Zug* (vgl. Abb. 5).

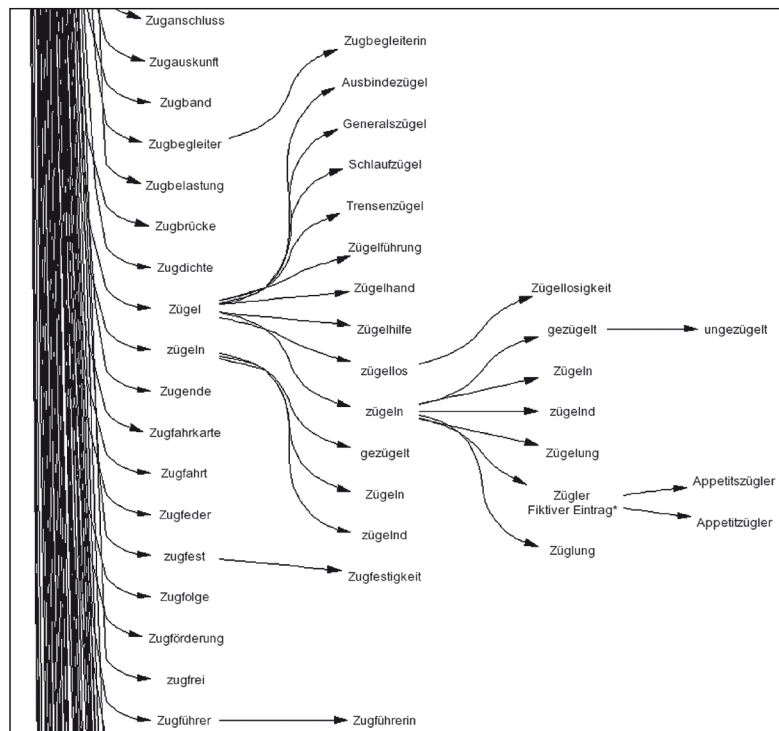


Abb. 5: Wortbildungsprodukte zum Lemma *Zug* in Canoo.net

Hier ist es für den Benutzer bei umfangreichen Seiten besonders schwierig, zwei weit voneinander entfernte Hyperlinks auf derselben überlangen HTML-Seite zu verfolgen. – Eine weitere Schwierigkeit entsteht dadurch, dass der Benutzer durch Anklicken eines Hyperlinks jeweils auf eine völlig neue Seite kommt und ihm keine Dokumentation der konkreten bisherigen Interaktionsgeschichte zur Verfügung steht, sodass er dafür auf die Verwendung der ‘zurück’/‘vorwärts’-Schaltflächen des Browsers oder sein Gedächtnis angewiesen ist. Die Verwendung der Schaltflächen ermöglicht allerdings im Allgemeinen keine vollständige Rekonstruktion der Interaktionsgeschichte: Begibt man sich von einer HTML-Seite A per Link auf eine Seite B, von dort mit der ‘zurück’-Schaltfläche nach A zurück, sodann per Link auf eine Seite C, ist Seite B nicht mehr mit den besagten Schaltflächen erreichbar. Die einzige Lösung – die eher für erfahrene Browser-Benutzer infrage kommt – besteht darin, ggf. Hyperlinks in einem neuen Browsertab oder -fenster zu öffnen.

Aus den genannten Beobachtungen ergeben sich zwei Desiderata, die beide die Übersichtlichkeit der Präsentation und damit verbunden die Entlastung

des Gedächtnisses betreffen: Informationen sollten auch bei Visualisierungsverfahren in übersichtlichem Umfang präsentiert werden; eine Darstellung der Interaktionsgeschichte oder doch wenigstens eine Auflistung bislang betrachteter Lemmata kann für bestimmte Nutzer hilfreich sein.

Ein bemerkenswertes Beispiel für den Einsatz von animierten und interaktiven Visualisierungen im lexicographischen Umfeld bietet das kommerzielle Webportal Visual Thesaurus (<http://www.visualthesaurus.com>). Hier geht es allerdings nicht um Wortbildungsinformationen, sondern um die visuelle Aufbereitung eines auf WordNet basierenden semantischen Netzes. Ausgangspunkt für den Benutzer ist die Eingabe des gewünschten Lemmas in ein Suchfeld. In einem Java-Applet (vgl. Abb. 6) wird ein entsprechender Ausschnitt des Netzes dargestellt; jedes Lemma ist mit farbigen Kreisen verbunden, die jene Synsets repräsentieren, zu denen die einzelnen Lesarten des Lemmas gehören. Die Farbe des Kreises codiert die Wortart; Relationen zwischen Synsets sind durch gestrichelte Linien angedeutet.

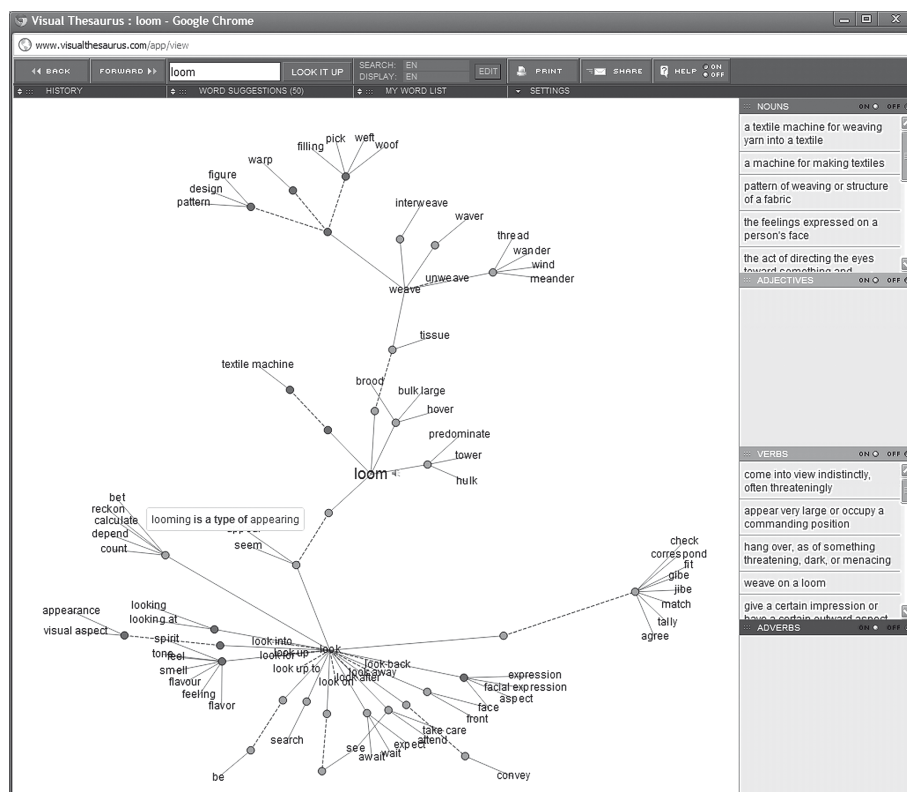


Abb. 6: Informationen zu *loom* im Visual Thesaurus

Die im Visual Thesaurus zum Einsatz kommenden dynamischen Visualisierungstechniken haben für den Benutzer erkennbaren Mehrwert:

- 1) Der Benutzer kann die Menge an angezeigter Information zu einem aktuell betrachteten Graphen kontrollieren. Zum einen werden bestimmte Erläuterungen (semantische Erläuterung der Synsets; semantische Relationen) nur angezeigt, wenn man den Mauszeiger über dem zugehörigen grafischen Element ruhen lässt. Zum anderen lassen sich in Einstellungsdialogen gezielt Informationstypen ein- und ausblenden, insbesondere die angezeigten Wortarten und Relationen.
- 2) Die angezeigte Informationsmenge ist dynamisch erweiterbar und veränderbar. Der Benutzer hat jederzeit die Wahl, ausgehend von einem im Graphen angeklickten Lemma oder Synset einen völlig neuen Graphen anzeigen zu lassen oder aber den bestehenden Graphen um Synsets, Lemmata bzw. Relationspartner zu erweitern. Auch das Entfernen von Graphenteilen ist möglich.
- 3) Die Interaktionsgeschichte lässt sich auf verschiedenen Ebenen dokumentieren: durch den vom Benutzer gestalteten Graphen selbst; durch eine automatische Erfassung der Browsergeschichte (die jedoch nur die Auswahl von je neuen Lemmata als Ausgangspunkt für einen neuen Graphen erfasst und die oben genannten Probleme der Benutzung der 'vorwärts'/'zurück'-Schaltflächen aufweist); und durch das Anlegen einer Merkliste interessierender Lemmata, die per Drag-and-drop aus dem Graphen in die Liste hinübergezogen werden können.

Mit der Maus kann die Position von Graphenknoten verändert sowie der Graph als Ganzes verschoben werden. Beim Ziehen von Graphenknoten verändert sich auch die Position anderer Knoten, ebenso wie beim Hinzufügen und Löschen von Graphenelementen. Die fließenden Animationen machen die Bedienung ästhetisch reizvoll; das aus den Positionsänderungen aller Knoten im Graphen jeweils resultierende Layout des Graphen ist jedoch für den menschlichen Benutzer nicht vorhersagbar. Bei einer großen Zahl von Knoten wird die freie Anordnung in zwei Dimensionen bald im Detail unübersichtlich und kann durch gezieltes Verschieben von Knoten, die jedoch im Allgemeinen nicht an ihrem durch den Mauszeiger angezeigten Zielpunkt verbleiben, aus dem genannten Grund nur bedingt verbessert werden. Das Problem ist hier also die zu große Anzahl an Freiheitsgraden in der grafischen Darstellung oder, anders gesagt, die fehlende Semantisierbarkeit der Positionsinformationen. Nicht die absolute oder relative Lage der Knoten in zwei Dimensionen

zueinander sagt etwas über ihre Relationen zueinander aus, sondern letztlich ist nur relevant, welche Knoten durch Kanten verbunden sind. Insbesondere werden die grafischen Freiheitsgrade auch nicht dazu genutzt, zusätzliche Detailinformationen zu codieren, wie etwa nähere Details der Bearbeitungsschichte des aktuell angezeigten Graphen.

2.2 Mögliche Anforderungen an sinnvolle Visualisierungsstrategien und -mittel für die Darstellung von Wortbildungsinformationen

Im Folgenden stellen wir eine Anzahl von Anforderungen an eine Visualisierungskomponente für lexikographische Wortbildungsangaben zusammen. Die meisten dieser Anforderungen sind, wie betont, jeweils nur in bestimmten Nutzungskontexten relevant, lassen sich aber andererseits in verallgemeinerter Form natürlich auch außerhalb des hier diskutierten Anwendungsbeispiels anwenden. Vieles hiervon findet sich in der Standardliteratur zum Thema Visualisierung, ohne dass wir im Folgenden jeweils explizit darauf hinweisen werden; vgl. z.B. Ware (2009), Spence (2007), Chen (2006), Mazza (2009). Wir formulieren jeweils einen bestimmten allgemeinen Mehrwert, den Visualisierungstechniken bieten können, und leiten daraus vor dem Hintergrund der Stärken und Schwächen der beiden oben exemplarisch besprochenen Visualisierungskomponenten ab, welche Anforderungen insbesondere an Gestaltungsmittel und Visualisierungsstrategie gestellt werden können, um den genannten Mehrwert zu erhalten.

- 1) Ein klarer Vorteil einer grafisch aufbereiteten Präsentation gegenüber einer rein textuellen Darstellung besteht darin, dass sie durch die zusätzlichen gestalterischen Mittel (räumliche Anordnung, Farben- und Formenwahl) stärker strukturierbar und daher *einfacher zu rezipieren* ist. So können beispielsweise Aussagen über Relationen zwischen Lemmata („X ist Derivat von Y“) direkt z.B. in räumliche Relationen übersetzt werden; Attribute, also einstellige Relationen („X ist ein Verb“) lassen sich gut durch Farben oder Formen repräsentieren. Grundvoraussetzung für eine übersichtliche Darstellung ist eine wohlüberlegte und kognitiv zugängliche Organisation der bildlichen Information:
 - a) Die Darstellung sollte von einer einleuchtenden, möglichst weniger Erläuterungen bedürftigen *visuellen Metapher* geleitet sein. Naheliegend ist im Bereich der Wortbildung die Verwendung von Graphen, insbesondere von Baumgraphen, die jedem Benutzer aus anderen Kontexten vertraut sind (vgl. Stammbäume; Menüstruktur in Computeranwendungen).

- b) Das jeweilige Bildschirmformat muss ausgenutzt werden, für die Darstellung am PC also auf das gängige Querformat abgestimmt sein, auch um unnötiges und Übersicht zerstörendes Scrollen zu vermeiden. Für Baumgraphen mit großer Tiefe etwa kann es sinnvoll sein, diese auf die Seite gelegt darzustellen und in Leserichtung „wachsen“ zu lassen; flache Baumgraphen mit hohem Verzweigungsgrad „wachsen“ besser von oben nach unten. Vgl. zur Rolle von räumlichen (und auch zeitlichen) Beschränkungen bei Visualisierungstechniken Spence (2007, S. 97ff.).
 - c) Der allgemeinen Forderung nach einer strukturierten, nicht überladenen Darstellung kann, je nach konkretem Fall, unter anderem durch eine einheitliche und leicht erfassbare sowie ggf. kurz in einer Legende erläuterte Farben- und Formenzuordnung sowie durch klare räumliche Orientierungsrichtungen Rechnung getragen werden. Letzteres betrifft z.B. die „Wachstumsrichtung“ von Baumgraphen und die Freiheitsgrade in der Beweglichkeit von Kanten und Knoten bei sukzessiver Erweiterung des Graphen.
- 2) Die visuelle Aufbereitung von Informationen erleichtert die *Aufmerksamkeitsfokussierung* durch interaktiv veränderbare Filterung und Portionierung des Inhalts sowie durch die größere Zahl an Möglichkeiten zur Hervorhebung wichtiger Details. Die Umsetzung umfasst u.a. folgende Aspekte:
- a) Inhalte sowie ihre interaktive Bearbeitung und die Suche nach weiteren zugehörigen Informationen lassen sich filtern, indem es einen klar definierten, möglichst übersichtlichen Ausgangspunkt für den Visualisierungsprozess gibt, von dem aus auf wenigen klar umrissenen Interaktionswegen Erweiterungen und Veränderungen des angezeigten Inhalts möglich sind.
 - b) Nicht interessierende Aspekte der Darstellung sollte der Benutzer selbst selektiv ausblenden können; bei starkem Anwachsen der angezeigten Menge an Informationen sollte die Anwendung selbst eine Standardstrategie für das Ausblenden z.B. der am längsten angezeigten Details aufweisen.
 - c) In Fällen, wo eine große Zahl von listenartig dargestellten Informationen vorliegt (z.B. zahlreiche Wortbildungsprodukte zu einem gegebenen Lexem), sollten nach Möglichkeit zunächst nur diejenigen Listeneinträge angezeigt werden, die im jeweiligen Anwendungskontext als besonders relevant gelten können (beispielsweise die Wortbildungs-

produkte mit der höchsten Korpusfrequenz). Der Benutzer sollte dann natürlich die Möglichkeit erhalten, per Mausklick die gesamte Liste einzusehen und ggf. einen anderen Ausschnitt der Liste anzeigen zu lassen.

- d) Detailinformationen zu angezeigten Punkten sollten erst nach Anklicken in einem separaten Bereich angezeigt werden, um die Darstellung schlank zu halten.
- 3) Visualisierungen sind gut geeignet für *interaktive Benutzungsabläufe*, insbesondere das schrittweise Erweitern, Löschen, Verändern und Umordnen von Informationen mit der Maus. So kann der Benutzer die bereits angesprochene Selektion und Auswahl von jeweils aktuell präsentierten Details in einem dialogischen Prozess selber steuern. Vorhandene Informationen können aus der Perspektive des konkreten Nutzerinteresses gezielt gesucht und in neuer Weise zusammengestellt und verknüpft werden. Wesentliche Herausforderung ist hier die sinnvolle Gestaltung und Einschränkung der möglichen Interaktionsabläufe:
- a) Die während der Bedienung jeweils entstehende grafische Landschaft sollte auf geeignete Weise relevante Aspekte der bisherigen Interaktionsgeschichte dokumentieren. Idealerweise reflektiert die grafische Struktur in irgendeiner Form die Geschichte ihrer Entstehung, im einfachsten Fall dadurch, dass mit der zeitlichen Abfolge eine räumliche oder farbliche Orientierung korrespondiert, später hinzugefügte Elemente also z.B. weiter rechts stehen oder eine hellere Farbe aufweisen. Zusätzlich können auch durch per Mausklick abrufbare Listen bisher besuchter Lemmata o.Ä. hilfreich sein. Interaktionsergebnisse, die der Nutzer aktiv durch seine Selektionsvorgänge erzeugt hat, sollte er – etwa lokal als Datei oder innerhalb der Webanwendung – für die spätere Verwendung oder weitere Modifikation sichern (persistieren) können.
 - b) Aus dem Gesagten ergibt sich erneut eine Motivation für die weiter oben schon genannten Forderungen nach möglichst konstanten grafischen Verhältnissen, speziell Orientierungsrichtungen und Elementpositionen. Animationen, die bereits angezeigte Information verändert darstellen, indem z.B. die Position von Knoten im Graphen verschoben wird oder Farben verändert werden, sollten entsprechend sparsam eingesetzt werden und vor allem dann zur Anwendung kommen, wenn räumliche Begrenzungen oder andere Beschränkungen eine Veränderung der Darstellung wirklich nahelegen oder aber der Nutzer eine Ver-

änderung interaktiv herbeiführt. Durch Begrenzung der Freiheitsgrade der Darstellung, also etwa der möglichen Bewegungsrichtungen eines Knotens, wird das Resultat einer Animation (z.B. die Endpunkte der Bewegung beteiligter Elemente) vorhersehbarer. Werden zusätzlich die Geschwindigkeit der Veränderung und die Anzahl der sich verändernden grafischen Parameter niedrig gehalten, können Animationen den wichtigen Zweck erfüllen, dem Nutzer gerade die Invarianten einer sich verändernden Darstellung buchstäblich „vor Augen zu führen“; vgl. hierzu die gestaltheoretischen Überlegungen bei Ware (2009, S. 187ff.).

- c) Außer den grafischen Invarianten bei interaktiver Veränderung der Darstellung sollte es auch semantische Invarianten geben, die eine einheitliche Interpretierbarkeit angezeigter Elemente ermöglichen. So müssen, wenn ein Element verändert oder ausgetauscht wird (Beispiel: ein Wortbildungsprodukt eines gegebenen Lemmas wird durch ein anderes ersetzt), alle von diesem Element abhängigen Informationen (im Beispiel etwa die übrigen Wortbildungsbestandteile des ersetzten Elements) ebenfalls in der Darstellung ersetzt werden. Solche kaskadierenden Veränderungen können grafisch ansprechend und visuell leicht nachvollziehbar gestaltet werden.
- d) Jeder Interaktionsschritt sollte eine im wahrsten Sinne des Wortes einsichtige Semantik haben; einer klar definierten Änderung oder Erweiterung einer Informationsmenge sollte also eine grafisch gut isolierbare Änderung bzw. Erweiterung der Darstellung entsprechen.

Die relative Gewichtung der genannten Kriterien hängt stark von der jeweils gewählten Visualisierungsstrategie ab. Diese Strategie wird ihrerseits wesentlich von der inhaltlichen Struktur des abzubildenden Wissensgebietes bestimmt.

3. Praktisches Beispiel: Interaktive Erkundung von Wortbildungsbestandteilen und -produkten

Um die Möglichkeiten von interaktiven Visualisierungsverfahren im Bereich lexikographischer Wortbildungsinformationen und die Probleme bei der Umsetzung der oben diskutierten Anforderungen an die Benutzerfreundlichkeit besser ausloten zu können, haben wir – als Fallstudie im Sinne von Spence (2007, S. 185ff.), – einen Software-Prototyp für eine entsprechende Anwendungskomponente implementiert. Den Funktionsumfang dieses Prototyps stellen wir in diesem Abschnitt kurz vor dem Hintergrund der in Kapitel 2.2 disku-

tierten Kriterien vor und verweisen daher der Kürze halber gelegentlich in eckigen Klammern auf die zugehörige Nummerierung. Die Anwendungskomponente hat eine verhältnismäßig eingeschränkte Zielgruppe von fachlich interessierten und vorgebildeten Benutzern. Sie ermöglicht die mit der Maus steuerbare Analyse der Wortbildung ausgewählter lexikalischer Einheiten sowie die Erkundung ihres Wortbildungspotenzials im Rahmen einer einheitlichen Darstellung und in rekursiver Weise, das heißt, jeder angezeigte Wortbildungsbestandteil bzw. jedes Wortbildungsprodukt kann selber wiederum auf seine Wortbildungsbestandteile oder Wortbildungsprodukte hin befragt werden.

Wesentlicher Bestandteil der Visualisierung ist eine Darstellung von Wörtern und Wortbildungsbeziehungen in einem Baumgraphen. Für unsere Zwecke haben wir die Softwarekomponente als Desktopanwendung in Java implementiert; mit minimalen Änderungen kann das Programm daher auch als Bestandteil einer Webanwendung (Java-Applet) im Browser laufen. Gerade für die Darstellung von Graphen und Netzen stehen mittlerweile zahlreiche frei verfügbare Softwarebibliotheken zur Verfügung, etwa *JGraph* für Java (www.jgraph.com), das *JavaScript InfoVis Toolkit* (thejit.org) für JavaScript und *Graphviz* (www.graphviz.org), das beispielsweise serverseitig als Bibliothek zum Erzeugen von Bilddateien einsetzbar ist.

Grundelemente der Darstellung sind farbige Kästchen (im Folgenden graphentheoretisch als ‘Knoten’ bezeichnet), die lexikalische Einheiten in einem Wörterbuch repräsentieren und miteinander durch Linien (‘Kanten’) verbunden sind, die Wortbildungsrelationen symbolisieren. Lexikalische Einheiten können z.B. Lemmata oder deren zugehörige Lesarten sein; im Folgenden nennen wir die von einem Knoten repräsentierte lexikalische Einheit kurz ‘Objektwort’. Um die Darstellung zu vereinfachen, betrachten wir im Weiteren nur nominale Simplizia und Nomen-Nomen-Komposita als Beispiele für Objektwörter. Die Knoten befinden sich auf einer Zeichenfläche; sie sind der Ort, auf den sich fast alle mausgesteuerten Nutzeraktionen beziehen, sodass die Symbole und grafisch abgesetzten Felder in einer Knotendarstellung den Raum der möglichen Interaktionen vorgeben [vgl. Kap. 2.2 unter 2a)]. Jeder Interaktionstyp hat klar umrissene Veränderungen der Gesamtdarstellung zur Folge [vgl. Kap. 2.2 unter 3d)], denn in jedem Bearbeitungsschritt geht es um das Hinzufügen, Löschen oder Verändern eines einzelnen Knotens. Allerdings sind in manchen Fällen Anpassungen an weiteren Stellen des Graphen erforderlich; so verschwinden bei der Löschung eines Knotens sinnvollerweise auch alle seine Nachkommen [vgl. Kap. 2.2 unter 3c)].

Ausgangspunkt der Visualisierung [vgl. Kap. 2.2 unter 2a)] ist eine vom Benutzer im elektronischen Wörterbuch ausgewählte lexikalische Einheit, die beim Aufrufen der Wortbildungskomponente als zunächst einziges Objektwort auf der Zeichenfläche erscheint:

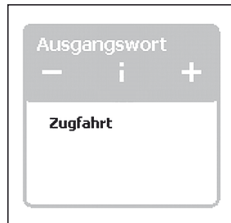


Abb. 7: Der Wurzelknoten der Graphendarstellung

Nähere Informationen zum Objektwort erscheinen beim Klicken auf das „i“-Symbol, beispielsweise als Dialog, der sich über die dann leicht abgedunkelte Zeichenfläche legt, oder in einem besonderen Informationsbereich. Es ist auch denkbar, solche Informationen schon dann als ‘Tooltip’ anzuzeigen, wenn man den Mauszeiger über dem Knoten schweben lässt, oder dann, wenn man, in welcher Weise auch immer, mit dem Knoten per Mausklick interagiert. Entscheidend ist die interaktiv beeinflussbare Filterung angezeigter Information [vgl. Kap. 2.2 unter 2c)].

Klickt man auf das „+“-Zeichen, öffnet sich ein Kontextmenü, aus dem der Nutzer eine Wortbildungsinformation zum Objektwort auswählen kann. Dies kann bei Simplizia insbesondere die Frage nach Komposita mit dem jeweiligen Simplex als Vorder- oder Hinterglied sein; bei Komposita kann nach Vorder- oder Hinterglied gefragt werden oder nach anderen Komposita mit distributionsähnlichem Vorder- bzw. Hinterglied:

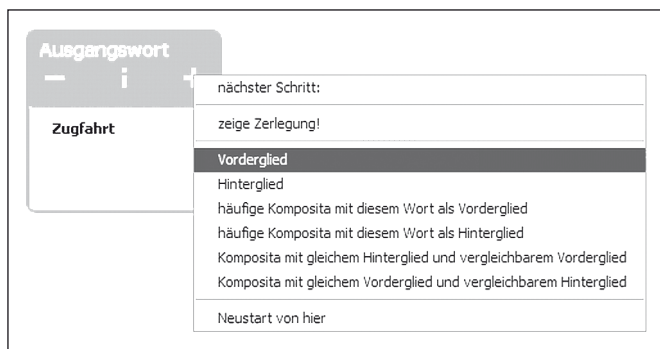


Abb. 8: Auswahl eines oder mehrerer Kinderknoten

Die Auswahl eines Informationstyps führt zur Anzeige weiterer Objektwörter in jeweils eigenen Knoten auf der Zeichenfläche. Diese Knoten ermöglichen ihrerseits wiederum die Anzeige zugehöriger Wortbildungsbestandteile und -produkte. Die Wortbildungsbeziehungen zwischen Objektwörtern werden durch Kanten (Verbindungslinien) symbolisiert, deren Farbe, ebenso wie die der „Zielknoten“, den Relationstyp codiert, der aber auch sprachlich als „Überschrift“ des jeweiligen Zielknotens angezeigt wird [vgl. Kap. 2.2 unter 1c)]:

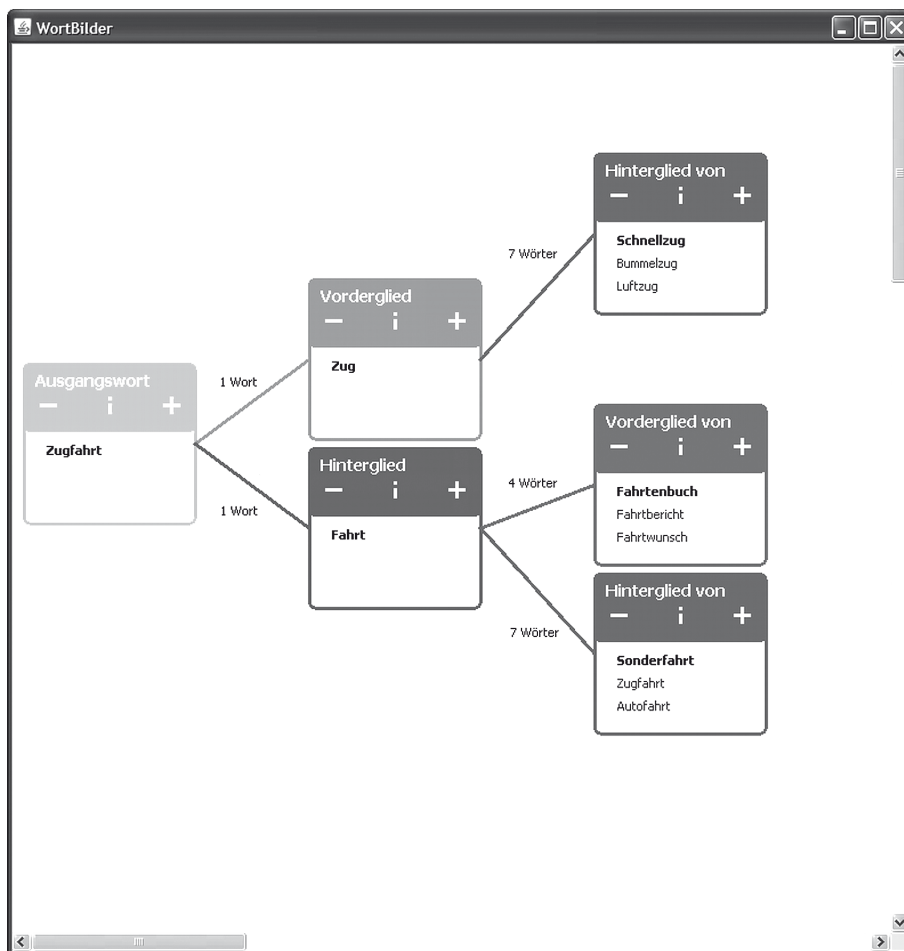


Abb. 9: Graphendarstellung mit sechs Knoten

Aus graphentheoretischer Sicht handelt es sich um einen gerichteten Baum, dessen Wurzelknoten durch das Ausgangs-Objektwort repräsentiert wird. In der grafischen Umsetzung befinden sich alle Knoten derselben Tiefe in einer Spalte; alle Kinder eines Knotens bilden innerhalb der Spalte eine Gruppe

direkt untereinander angeordneter Knoten. Dabei ist der Abstand von Nachbarknoten innerhalb einer Gruppe deutlich kleiner als der Abstand zwischen benachbarten Knoten aus verschiedenen Gruppen. Schließlich sind die Knoten in jeder Spalte in der Standardeinstellung möglichst nahe an einer imaginären horizontalen Mittelachse ausgerichtet, was, zusammen mit der „Baumwachstumsrichtung“ von links nach rechts, das für die Anwendung unterstellte Monitor-Querformat ausnutzt [vgl. Kap. 2.2 unter 1b)]. Die genannten grafischen Invarianten lassen als einzigen darstellerischen Freiheitsgrad bei einem gegebenen Graphen die Reihenfolge, in der die Kinderknoten eines Knotens innerhalb ihrer Gruppe untereinanderstehen. Die eindeutigen und unveränderlichen Orientierungen im zweidimensionalen Raum [vgl. Kap. 2.2 unter 1c)] erhöhen deutlich die Übersichtlichkeit und Vorhersagbarkeit der Gesamtdarstellung:

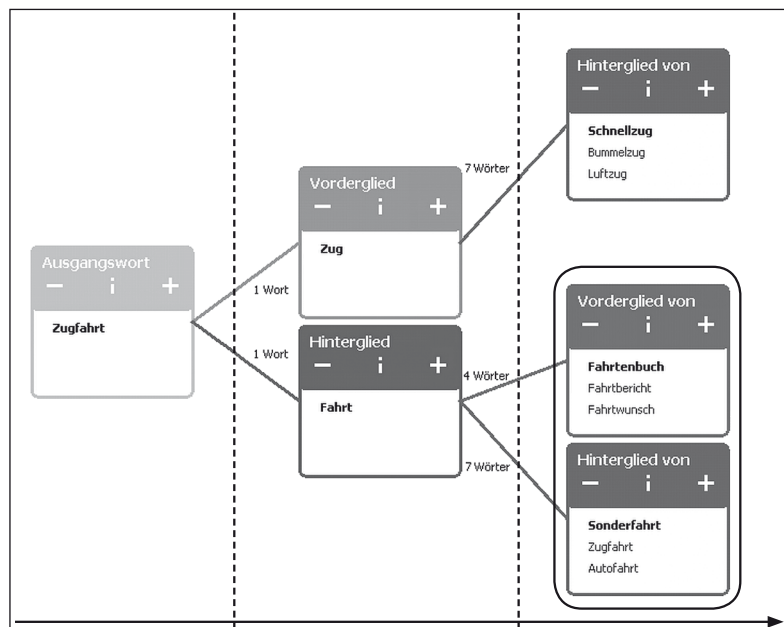


Abb. 10: Invarianten der grafischen Darstellung

Die eingesetzte visuelle Metapher [vgl. Kap. 2.2 unter 1a)] ist eine leicht fassliche und vertraute Kombination einer „Stammbaum“-Darstellung mit einer Auflistung in Spaltenform. Vergleichbare Verfahren kommen wegen ihrer Übersichtlichkeit und Flexibilität zum Beispiel bei Programmen zur Navigation in Dateisystemen zur Anwendung, so etwa in der Spaltendarstellung der *Finder*-Anwendung unter dem Betriebssystem Mac OS X; vgl. Abb. 11. Ganz

allgemein ist die Verwendung von Graphen, speziell auch Baumgraphen, ein wichtiges Thema in der Visualisierungsforschung, vgl. Chen (2006, S. 65ff.), Mazza (2009, S. 63ff.).

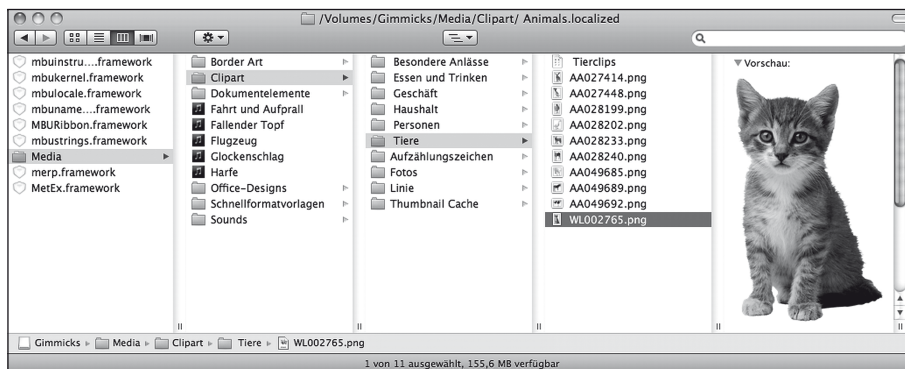


Abb. 11: Kombination eines Baumgraphen mit einer spaltenorientierten Darstellung im Programm *Finder* des Betriebssystems Mac OS X

Aus der starken Beschränkung der möglichen Darstellungen eines gegebenen Graphen folgt, dass vom Benutzer durchgeführte Modifikationen, die im Normalfall inhaltlich nur einen oder zwei Knoten betreffen, auf der grafischen Ebene oft zu einer Veränderung der Position vieler Knoten führen müssen. Dies betrifft das Entfernen eines nicht weiter interessierenden Knotens mit dem „–“-Symbol [vgl. Kap. 2.2 unter 2b)], das Hinzufügen von Knoten und das mit der Maus per Ziehen und Ablegen mögliche Umsortieren von Knoten, die als Kinder eines anderen Knotens zu einer Gruppe gehören. In solchen Fällen muss häufig entweder innerhalb einer Spalte Platz für neue Knoten geschaffen oder aber entstandener Leerraum durch Bewegung zur horizontalen Mittelachse beseitigt werden. Hier ist der Einsatz einer Animation sinnvoll [vgl. Kap. 2.2 unter 3b)]. Vor allem beim Umsortieren und Löschen kann es, da alle Nachkommen eines Knotens ebenfalls ihre Lage ändern bzw. gelöscht werden müssen [vgl. Kap. 2.2 unter 3c)], zu größeren Veränderungen kommen. Diese Veränderungen müssen durch eine langsame Bewegung aller Graphenelemente in ihre jeweilige neue Position so präsentiert werden, dass der Benutzer nachvollziehen kann, welche Aspekte des Graphen konstant geblieben sind, was sich also *nicht* geändert hat. Besonders relevant ist dies auch, wenn ein Knoten mitsamt seiner bereits angezeigten Nachkommen als Ausgangspunkt einer neuen Darstellung gewählt wird, alle übrigen Knoten also gelöscht werden [vgl. Kap. 2.2 unter 2b)] – dies ist eine der mit dem „+“-Menü anwählbaren Optionen.

Um sinnvoll mit den oft langen Listen von Wortbildungsprodukten eines gewünschten Typs umgehen zu können, werden in unserem Prototyp in einem Knoten stets nur wenige Wortbildungsprodukte dieses Typs gezeigt (standardmäßig etwa die frequentesten). Eines der angezeigten Wörter in diesem Listenausschnitt, per Default zunächst das oberste, ist als Objektwort des Knotens hervorgehoben. Durch Klick auf den Listenausschnitt wird die gesamte Liste zugänglich und es kann ein anderes Objektwort und damit auch ein anderer angezeigter Listenausschnitt gewählt werden:

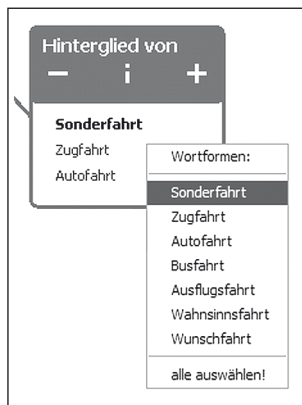


Abb. 12: Auswahl eines anderen Listenabschnitts

Durch diese selektive Anzeige von Details wird „information overload“ (vgl. schon Jansz/Manning/Indurkha 1999) vermieden und die Übersichtlichkeit erhöht [vgl. Kap. 2.2 unter 2c)]. Wird in einem Knoten, der einen Typ von Wortbildungsprodukten repräsentiert, auf die beschriebene Weise ein neues Objektwort ausgewählt, so müssen die abhängigen Informationen in allen Nachkommen-Knoten angepasst werden, um die Darstellung konsistent zu halten [vgl. Kap. 2.2 unter 3c)]. Diese Veränderung wird dem Benutzer durch einen kurzen Animationsvorgang angezeigt – alle von Veränderungen betroffenen Knoten und die dorthin führenden Kanten leuchten kurz rot auf.

Der entstehende Graph ist zu jedem Zeitpunkt auch ein teilweises Abbild des bisherigen Interaktionsablaufs [vgl. Kap. 2.2 unter 3a)], denn das Erweitern der Darstellung erfolgt stets in Leserichtung durch Anfügen neuer Kinderknoten. Es sollte möglich sein, den aktuellen Graphen als Datei abzuspeichern; denkbar ist auch, in einem gesonderten Darstellungsbereich eine Liste bislang besuchter Objektwörter in der Reihenfolge ihres Abrufs anzuzeigen, die ebenfalls abgespeichert und später wieder geladen werden kann. Es sollte dann

möglich sein, Wörter in der Liste anzuklicken, um sie entweder im angezeigten Graphen zu finden oder aber sie als Ausgangspunkt für einen neuen Graphen zu wählen.

Zweifellos ist die Funktionalität des vorgestellten Software-Prototyps nur für einen recht eingeschränkten Kreis von Nutzern von Interesse. Im vorliegenden Kontext ist dies jedoch von untergeordneter Bedeutung, da es uns in erster Linie um die Formulierung und praktische Umsetzung von Anforderungen an den sinnvollen Einsatz von Visualisierungstechniken im Bereich der Wortbildung ging. Es sollten jedoch modellhaft einige Strategien bei der Konzeption und Implementierung von Visualisierungssoftware in der Lexikographie deutlich geworden sein.

Mit der von uns verwendeten visuellen Metapher des Baumgraphen bewegen wir uns auf recht traditionellem Gebiet; schon in Jansz/Manning/Indurkha (1999) findet sich mit der Webanwendung *Kirrkirr* die Grundidee einer „web-based application for interactive exploration of dictionaries“, die über eine in Java implementierte, graphbasierte Visualisierungskomponente verfügt. Die Autoren betonen, dass für sie „the clarity and simplicity of the graph displayed“ gerade „from a serious language learning viewpoint“ von großer Wichtigkeit sei, ein Punkt, der angesichts wachsender Rechenleistung, gerade auf der Clientseite, und der raschen Evolution der Standardtechnologien des Internets (HTML5, CSS3, JavaScript-Bibliotheken) von großer Bedeutung bleibt. Inspirationen für neue Formen der grafischen Umsetzung finden sich im Netz jedoch zuhauf; anregende Beispiele findet man beispielsweise beim Many-Eyes-Projekt (www-958.ibm.com).

4. Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag haben wir einleitend empirische Anhaltspunkte aus der Wörterbuchbenutzungsforschung für die These vorgestellt, dass multimediale und benutzeradaptive Elemente in elektronischen Wörterbüchern von Nutzern signifikant besser hinsichtlich ihrer Nützlichkeit und Wichtigkeit beurteilt werden, wenn ihnen bereits gute Beispiele für solche Elemente bekannt sind. Es ist daher von allgemeinem lexikographischen Interesse, Kriterien für die Qualität und den funktionalen Mehrwert von Visualisierungstechniken zu formulieren und die Umsetzbarkeit solcher Kriterien am praktischen Beispiel zu untersuchen. Dies haben wir in den vorangehenden Abschnitten an einem Anwendungsbeispiel aus dem Bereich der Wortbildung exemplarisch vorgeführt.

Sicherlich sind unsere Überlegungen und Vorschläge zum Einsatz von Visualisierungen auch im Kontext der elektronischen Lexikographie nur bedingt verallgemeinerbar. Trotz der vielbeschworenen Möglichkeiten des „Web 2.0“ gibt es bemerkenswert wenige Arbeiten, die sich systematisch mit dem Einsatz von Multimediaelementen und speziell mit Visualisierungsverfahren im Kontext von Online-Wörterbüchern befassen. Wünschenswert ist in diesem Bereich ein enges Zusammenspiel von Benutzungsforschung, die auf empirischer Basis den Mehrwert vorliegender Lösungen untersuchen kann (vgl. allgemein Chen 2006, S. 173ff.), und praktisch-informatischer Arbeit, um weitere Visualisierungstechniken auf konzeptioneller wie auf Implementierungsebene auszuarbeiten. Erforderlich ist schließlich auch eine stärkere Einbettung solcher Untersuchungen in das umfangreiche informatische Forschungsfeld der Mensch-Computer-Interaktion, vgl. Shneiderman et al. (2010).

5. Literatur

- Chen, Chaomei (2006): *Information visualization: Beyond the horizon*. 2. Aufl. London u.a.
- de Schryver, Gilles-Maurice (2003): Lexicographers' dreams in the electronic dictionary age. In: *International Journal of Lexicography* 16, 2, S. 143-199.
- Jann, Ben (2002): *Einführung in die Statistik*. München/Wien.
- Jansz, Kevin/Manning, Christopher/Indurkha, Nitin (1999): Kirrkirr: Interactive visualisation and multimedia from a structured Warlpiri dictionary. In: *Proceedings of AusWeb99, the Fifth Australian World Wide Web Conference*, S. 302-316. Internet: <http://ausweb.scu.edu.au/aw99/papers/manning/paper.html> (Stand: 11/2011).
- Koplenig, Alexander (2011): Understanding how users evaluate innovative features of online dictionaries – an experimental approach. In: Kosem/Kosem (Hg.), S. 147-150.
- Kosem, Iztok/Kosem, Karmen (Hg.) (2011): *Proceedings of eLex 2011*. Trojina, S. 147-150. Internet: <http://www.trojina.si/elex2011/Vsebine/proceedings/elex2011-18.pdf> (Stand: 11/2011).
- Mazza, Riccardo (2009): *Introduction to information visualization*. London.
- Müller-Spitzer, Carolin/Koplenig, Alexander/Töpel, Antje (2011): What makes a good online dictionary? – Empirical insights from an interdisciplinary research project. In: Kosem/Kosem (Hg.), S. 203-208. Internet: <http://www.trojina.si/elex2011/Vsebine/proceedings/elex2011-27.pdf> (Stand: 11/2011).
- Müller-Spitzer, Carolin/Koplenig, Alexander/Töpel, Antje (i.Dr.): Online dictionary use: Key findings from an empirical research project. In: Granger, Sylviane/Paquot, Magali (Hg.): *Electronic lexicography*. Oxford.
- Paivio, Allan (1986): *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford.

- Robichaud, Benoît (2011): A graph visualization tool for terminology discovery and assessment. In: Boguslavsky, Igor/Wanner, Leo (Hg.): Proceedings of the 5th International Conference on Meaning-Text Theory, Barcelona, September 8-9, 2011, S. 243-252. Internet: <http://olst.ling.umontreal.ca/pdf/proceedingsMTT2011.pdf> (Stand: 11/2011).
- Shneiderman, Ben/Plaisant, Catherine/Cohen, Maxine/Jacobs, Steven (2010): Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction. 5., internat. Aufl. Upper Saddle River, NJ u.a.
- Spence, Robert (2007): Information visualization: design for interaction. 2. Aufl. Harlow/München u.a.
- Ware, Colin (2009): Information visualization: perception for design. 2. Aufl. Amsterdam/Heidelberg u.a.